

## Konnektivitetsanalys i Piteälvens avrinningsområde

### *Connectivity analysis for the Pite River watershed*



Foto: Linda Norén

Linda Norén

---

Sveriges Lantbruksuniversitet  
Institutionen för skogens ekologi och skötsel  
Kandidatarbete i skogsvetenskap, 15 hp,  
Handledare: Johan Svensson, SLU, Inst för vilt, fisk och miljö  
Biträdande handledare: Jon Andersson, Synkop, Inst för vilt, fisk och miljö

Program: Jägmästarprogrammet

Kurs: EX0813 Nivå:G2E

Umeå 2017



# Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,  
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Linda Norén
Titel, Sv	Konnektivitetsanalys i Piteälvens avrinningsområde
Titel, Eng	Connectivity analysis for the Pite River watershed
Nyckelord/Keywords	Grön infrastruktur, värdekärnor, kontinuitetsskog, MatrixGreen, ArcMap/ Green infrastructure, nature conservation core areas, continuous cover forests, MatrixGreen, ArcMap
Handledare/Supervisor	Johan Svensson, Institutionen för vilt fisk och miljö/ Department of Wildlife, Fish and Environmental studies Jon Andersson, Synkop, Institutionen för vilt, fisk och miljö/ Synkop, Department of Wildlife, Fish and Environmental studies
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap/ Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0813
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2017

# FÖRORD

Jag skulle vilja framföra ett tack till de personer som hjälpt och stöttat mig under mitt kandidatarbete på 15hp som genomfördes på Jägmästarprogrammet i Umeå. Först och främst vill jag tacka min handledare Johan Svensson, institutionen för vilt, fisk och miljö vid SLU, för hans engagemang och vägledning. Jag vill även tacka min biträdande handledare Jon Andersson, Synkop, för tips och hjälp med bearbetning av datamaterialet. Ett stort tack till Tina Nilsson, Länsstyrelsen Norrbotten, för mycket god kontakt. Mattias Bovin, Metria AB, ska också ha ett stort tack för all rådgivning angående analysprogrammet MatrixGreen. Jag vill även tacka Anna Karin Åsander, bibliotekarie SLU, för hjälp med referenserna. Sen vill jag ge ett särskilt tack till Andreas Lindberg för att ha bidragit med värdefulla synpunkter till arbetet.

Umeå, april 2017

Linda Norén

## SAMMANFATTNING

Olika markanvändningar har under en lång tid format dagens skogslandskap och ekosystem. Skogsbruket är den mest omfattande markanvändningen och har alltid varit av stor ekonomisk betydelse för Sverige. Sedan det moderna skogsbruket infördes har naturskogarna fragmenterats i allt större omfattning. Detta har påverkat många arters livsmiljöer och möjlighet till spridning. Myndigheter arbetar idag med att ta fram metoder för att förbättra den gröna infrastrukturen i landskapet och därmed säkerställa arters långsiktiga överlevnad, naturliga ekologiska processer och ekosystemtjänster. I detta arbete analyserades konnektiviteten mellan kända skogliga värdekärnor inom Piteälvens avrinningsområde, genom en känslighetsanalys med tre olika spridningsavstånd. Spridningsavstånden användes som approximation för arters spridningsförmåga. I analysen ingick även att analysera om nyligen kartlagda kontinuitetsskogar kan förbättra konnektiviteten mellan värdekärnorna och vilka kontinuitetsskogar som har störst betydelse för arters spridningsmöjligheter. Hypotetiskt bör konnektiviteten öka vid längre spridningsavstånd samt vid ett tillägg av kontinuitetsskogarna. Kontinuitetsskogarna med störst betydelse borde finnas i fjällregionen och de med minst betydelse vid kusten, med en viss variation vid olika spridningsavstånd.

Resultatet visade att det generellt inom Piteälvens avrinningsområde finns god konnektivitet mellan värdekärnorna, speciellt för de längre spridningsavstånden. De tillagda kontinuitetsskogarna kunde knyta samman vissa värdekärnor vilket ökade konnektiviteten. Kontinuitetsskogarna som hade störst betydelse för spridning mellan värdekärnorna fanns, med vissa undantag, nära fjällen och i norra delarna av inlandet. Dessa kan ha en nyckelroll vid en planering av naturvårdsanpassad skötsel och framtida avsättningar inom arbetet med grön infrastruktur, för att bättre kunna bevara den biologiska mångfalden.

Nyckelord: Grön infrastruktur, värdekärnor, kontinuitetsskog, MatrixGreen, ArcMap

## SUMMARY

For a long time, many different land users and uses has shaped the boreal forest landscapes and ecosystems. Forestry is the dominating land use and has always been of great economic importance for Sweden. Since modern forestry was introduced, natural forest fragmentation has increased. This has affected the habitats of many species and the ability to disperse between them. In the work with the green infrastructure concept, several authorities are currently developing methods to improve connectivity in the landscape to ensure long-term survival for species and maintenance of ecosystem processes and services. In this study, the connectivity between known forest nature conservation core areas in the Pite River watershed was evaluated, through a sensitivity analysis with three different dispersal distances. The dispersal distances are used as a proxy for species ability to move between forest habitats. The study included an analysis of whether recently mapped continuous cover forests could improve the connectivity between already known nature conservation core areas, and of which of the continuous cover forests that are the most important for species dispersal opportunities. Hypothetically, the connectivity should increase with longer dispersal distances and with the contribution of continuous cover forests. The continuous cover forests that are most important should be found near the mountains and the least important near the coast, but with some variation at different dispersal distances.

The result showed generally good connectivity between the nature conservation core areas in the Pite River watershed, especially for longer dispersal distances. Continuous cover forests linked some of the nature conservation core areas and thus improved connectivity. The continuous cover forests that had the most importance for species dispersal opportunities were, with a few exceptions, located near the mountains and the northern parts of the interior. These should have a key role in the planning of conservation oriented management and future set asides within the green infrastructure planning, to better preserve biodiversity.

Keywords: Green infrastructure, nature conservation core areas, continuous cover forests, MatrixGreen, ArcMap

# BEGREPPSFÖRKLARING TILL ARBETET

**Kontinuitetsskog** – definieras enligt Skogsstyrelsens rapport Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk (2011) som ”skog som har naturvärden vars förekomst förklaras av att det under lång tid funnits lämpliga skogsmiljöer och substrat i just denna skog eller i dess närhet”. I detta arbete tillämpas Skogsstyrelsens tolkning av deras egen definition som ”skog som inte kalavverkats sedan trakthyggesbruket infördes i stor skala under 1950-talet”, vilket också motsvarar Metrias kartläggning av kontinuitetsskog (Ahlkrona et al., 2017).

**Värdekärna** – ett sammanhängande skogsområde som Länsstyrelsen eller Skogsstyrelsen anser ha en stor betydelse för växter och djur och/eller för prioriterad skogstyp. Främst är det områden som bedöms ha stor betydelse för rödlistade arter, signalarter och andra skyddsvärda arter utifrån bestånds- struktur eller artförhållanden. Storleken kan variera och värdekärnor kan bestå hela eller delar av ett eller flera bestånd (Bovin et al., 2017).

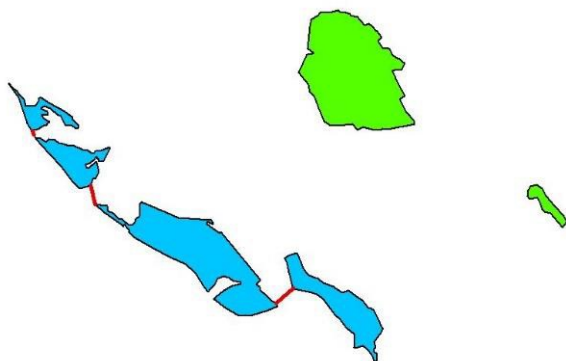
**Spridningsavstånd** – en avståndsfunktion som representerar spridningsavstånd för arter, funktioner och processer i habitat.

**Fläck** – en polygon (avgränsningsbar yta) som motsvarar ett bestånd eller ett habitat och som utgörs av en värdekärna eller en värdekärna och kontinuitetsskog sammantaget.

**Klivstenar** – polygoner som motsvarar mindre habitatfläckar. Dessa är för små för att på egen hand kunna fungera som ett område där populationer kan överleva en längre tid men har däremot en viktig ekologisk roll eftersom de tillfälligt kan fungera som spridningsväg mellan större fläckar eller överlevnadsmiljö för en viss tid. (Uppsäll, 2015). I detta arbete betraktas fläckar med enbart kontinuitetsskog utan värdekärna som klivstenar.

**Länk** – en linjär struktur som motsvarar en spridningsväg mellan två fläckar.

**Komponent** – en polygon som kan utgöras av en fläck eller flera sammanlänkade fläckar (Figur 1) och kan ses som en synonym till sammanhängande områden.



**Figur 1.** Komponent, fläck och länk. Två av komponenterna (grön) består av endast en fläck och den tredje komponenten (blå) består av fyra stycken fläckar som är sammankopplade med länkar (röd).

*Figure 1. Component, patch and link. Two of these components (green) consist of only one patch and the third component (blue) consist of four patches that are connected by links (red).*

# INLEDNING

## Markanvändning

Skogen som råvara har haft en stor ekonomisk betydelse för Sverige sedan lång tid tillbaka och skogsmarken i norra Sverige har därför nyttjats av människan till många ändamål. Detta har påverkat hur dagens skogslandskap och ekosystem ser ut (Esseen et al., 1997). Redan på 1600-talet var pottaska och träkol en viktig exportvara. Under industrialiseringen på 1800-talet avverkades stora outnyttjade arealer av grovt timmer i Norrland eftersom efterfrågan på sågat virke ökade. Efter första världskriget blev det även lönsamt att avverka klen virke eftersom massaindustrierna vid kusten byggdes ut (Ekelund & Hamilton, 2001). Tidigare användes plockhuggning och dimensionshuggning som avverkningsmetod, men i takt med att fler sortiment efterfrågades och tekniken utvecklades, introducerades trakthyggesbruket i norra Sverige under 1940-talet. Trakthyggesbruket effektiviserade avverkningen så att mer råvara kunde nå industrierna. Sedan dess har trakthyggesbruket varit helt dominerande i Sverige (Albrektson et al., 2012). Från tidigt 1900-tal har skogspolitiken på olika sätt främjat ett industriellt nyttjande av skogen men på senare tid har politiken förändrats till att även tillgodose andra intressen som biologisk mångfald, sociala värden och ekosystemtjänster (Andersson et al., 2013).

Jordbruket har nyttjat skogsmarken under en lång tid för odling, svedjebruk och betesmark. I Norrbotten var det boskapsskötseln som påverkade skogen mest (Höglén, 1998). Generellt i Sverige var påverkan från jordbruket som störst i slutet av 1800-talet men den avtog i mitten av 1900-talet i och med att jordbruket moderniserades och att folk i större utsträckning flyttade in till tätorterna (Ekelund & Hamilton, 2001). Även andra viktiga markanvändningar som exempelvis gruvor (Antwi et al., 2008), rennäring, vägar och annan infrastruktur har en stor roll i formandet av dagens skogslandskap.

## Fragmenteringens effekter

En fragmentering av skogslandskapet innebär en uppdelning av tidigare sammanhängande habitat och strukturer till mindre delar (Olofsson, 1996). Fragmentering och förändring har alltid varit en naturlig del i ekosystemens successioner bland annat genom störningar som bränder och stormar. Idag är dock människans ökade markanvändning den vanligaste orsaken till storskalig fragmentering (Andrén, 1994) och i skogslandskapet det trakthyggesbruk och det tidigare kalhyggesbruk som har den största påverkan. Lättspridda arter som exempelvis kruståtel, rotticka, törskate och snytbagge kan dra fördel av de successioner som uppstår genom de upprepade störningar och de kantzoner som det moderna skogsbruket ger upphov till. Men samtidigt finns det många arter som också missgynnas, speciellt arter som är knutna till en lång kontinuitet och som är beroende av strukturer och livsmiljöer i form av grova träd, död ved och äldre lövträd (Cedergren, 2008). En fragmentering av kontinuitetsskogarna slår hårt mot dessa arter genom minskade arealer av lämpliga habitat och en försämrad konnektivitet som leder till att habitat isoleras (Andrén, 1994). En allmänt använd utgångspunkt, bland annat i planeringsarbeten av Länsstyrelsen i Västerbotten (Paz von Friesen m.fl., 2016), är att en påtaglig minskning i arters populationsstorlek kan förväntas ske när det endast 30 % av lämpligt habitat finns kvar. Isoleringen förstärks om områdena mellan habitat är så påverkade och förändrade att de inte kan fungera som livsuppehållande miljöer eller spridningsområden för arter (Olofsson, 1996), vilket då ytterligare försvårar deras

möjligheter till långsiktig överlevnad (Esseen et al., 1997). För att på sikt säkerställa överlevnad, spridningsförmåga och livskraftiga habitat för arter genomför Naturvårdsverket, Skogsstyrelsen och Länsstyrelserna en omfattande planering för att införa landskapsplanering baserad på en fungerande grön infrastruktur.

## **Grön infrastruktur**

Grön infrastruktur är ett ekologiskt, funktionellt sammanhängande nätverk av livsmiljöer och strukturer över ett stort landskapsavsnitt. Dessa livsmiljöer ska utformas, brukas och förvaltas på ett sådant sätt så att den biologiska mångfalden, ekosystemfunktioner och naturliga processer bevaras eller återskapas genom skydd eller restaurering. På så vis upprätthålls ekosystemets status och varaktighet samtidigt som ekosystemen stärks och medger då lättare återhämtning efter störning (Naturvårdsverket, 2017a). Ett väl fungerande ekosystem med dess funktioner, processer och biologisk mångfald är avgörande för att kunna upprätthålla ekosystemtjänsterna (Lind, 2015), som är en central del i en grön infrastruktur.

Ekosystemtjänster definieras enligt Naturvårdsverket (2016) som ”alla produkter och tjänster som naturens ekosystem ger oss människor och som bidrar till vår välfärd och livskvalitet”. Det kan handla om luftrening, livsmedel, träråvara eller friluftsliv (Naturvårdsverket, 2016). I många fall reflekteras det inte över hur viktiga dessa tjänster är för fungerande samhällen. Det skulle vara väldigt kostsamt och i många fall näst intill omöjligt att ersätta dessa tjänster (Boklund, 2015). Därför är det en central fråga vid planering av den lokala och regionala utvecklingen att vidmakthålla och till och med utveckla ekosystemtjänsterna (Naturvårdsverket, 2015), ekosystemens naturliga processer och funktioner genom att i naturvårds- och skogsbruksplaneringen inrikta arbetet mot en fungerande grön infrastruktur.

## **Regionala handlingsplaner**

Eftersom grön infrastruktur omfattar stora geografiska arealer, sträcker sig över administrativa gränser och berör många olika aktörer och organisationer i samhället, krävs det kunskap och förståelse för habitatens och arternas ekologiska sammanhang i form av rumsliga krav och kvalitetskrav. År 2013 fick Naturvårdsverket, tillsammans med en rad andra myndigheter, i uppdrag från regeringen att ta fram riktlinjer och genomförandeplaner gällande arbetet med att framställa regionala (länsvisa) handlingsplaner för grön infrastruktur i land och vatten. De regionala handlingsplanerna ska vara långsiktiga och fungera som ett underlag för en konkret planering av bevarande och utvecklande av olika värden i landskapet (Naturvårdsverket, 2015). Samtidigt skall handlingsplanerna utgöra ett ramverk för en regional samordning av olika aktörers naturvårdsarbete så att deras arbete blir effektivare och kan komplettera varandra. Detta kommer att leda till en ökad konnektivitet och ett bättre bevarande av den biologiska mångfalden (Naturvårdsverket, 2013). I Länsstyrelsernas arbete med handlingsplanerna ingår det att identifiera aktuella och potentiella värdekärnor, värdestrukturer, funktioner och processer som möjliggör en fungerande grön infrastruktur (Naturvårdsverket, 2013). Som en del i detta har Metria på uppdrag av Länsstyrelsen i Norrbotten gjort täthets-, andels- och nätverksanalyser för kända värdekärnor inom Norrbottens län (Bovin, 2017). Metria har även gjort en kartläggning av kontinuitetsskogar för hela Sverige på uppdrag av Naturvårdsverket (Ahlkrona et al., 2017).



## Syfte

Syftet med detta arbete var att komplettera Metrias nätverksanalys genom att göra en analys av konnektiviteten för skogsområden med kända värdekärnor som Länsstyrelsen sedan tidigare har registrerat. Analysen baserades på en kombination av värdekärnorna och Metrias kartlagda kontinuitetsskogar och utfördes inom Piteålvens avrinningsområde. En känslighetsanalys kom att visa hur antalet och storlekar av sammanhängande skogsområden med värdekärnor förändras med olika spridningsavstånd och om konnektiviteten kan öka med ett tillägg av kontinuitetsskogarna. Arbetet innefattade även att analysera vilka kontinuitetsskogar som via ökade spridningsmöjligheter, förbättrar den gröna infrastrukturen. Mer specifikt ställdes följande frågor:

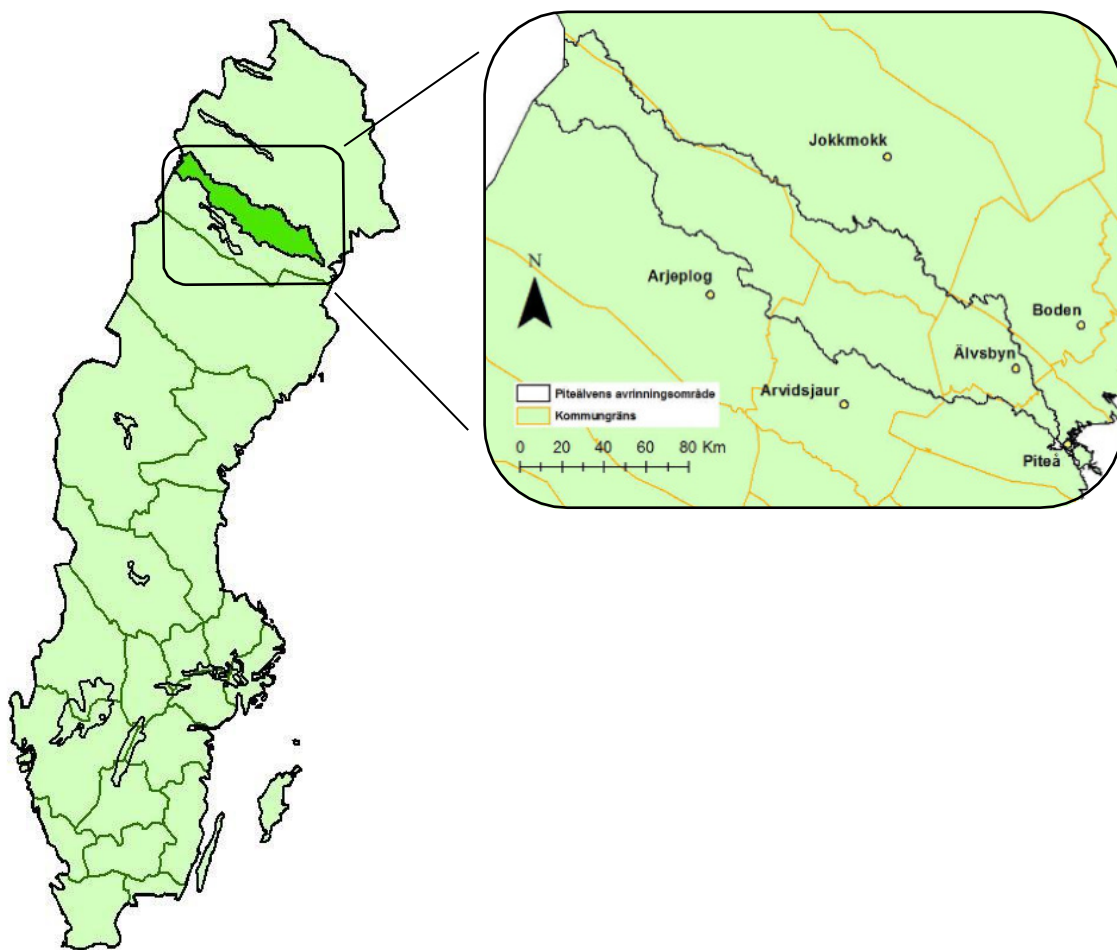
1. Hur förändras antalet komponenter vid olika spridningsavstånd, för enbart värdekärnor samt för värdekärnor och kontinuitetsskogar sammantaget?
2. Hur förändras storleken på komponenterna vid olika spridningsavstånd, för enbart värdekärnor samt för värdekärnor och kontinuitetsskogar sammantaget?
3. Var finns de kontinuitetsskogar som har störst respektive minst betydelse för artspridning mellan värdekärnor och kommer betydelsen vara detsamma vid olika spridningsavstånd?

De bakomliggande hypoteserna var att antalet komponenter minskar och storleken på komponenterna ökar vid ett längre spridningsavstånd, samt att de kontinuitetsskogar som har mest betydelse borde vara belägna i fjälltrakten och de med minst betydelse vid kusten, men att det till viss del varierar med spridningsavståndet.

# MATERIAL OCH METODER

## Studieområde

Piteälven ligger i Norrbotten och är en av Sveriges fyra nationalälvar. Den har sitt källflöde i Arjeplogsfjällen i närheten av glaciären Sulitelma och sträcker sig ca 400 km sydost innan den mynnar ut i Bottenviken i närheten av Piteå. Piteälvens avrinningsområde är ca 1 128 500 ha varav ca 706 200 ha består av skogsmark (Vattenmyndigheten, 2016) där tall är det dominerande trädslaget (Riksskogstaxeringen, 2016). Avrinningsområdet ligger inom Piteå, Arvidsjaur, Arjeplog, Jokkmokk, Älvsbyn och Bodens kommuner (Figur 2) och antalet invånare inom avrinningsområdet uppgår till ca 14 300 personer. Älven samt dess biflöden är ett Natura 2000 område och skyddade från vattenkraftutbyggnad enligt Miljöbalken kap. 4§6. (Vattenmyndigheten, 2016).



**Figur 2.** Karta över Piteälvens avrinningsområde i Norrbottens län. Förstoringen visar de berörda kommunernas gränser och vart huvudorterna i kommunerna är belägna (Lantmäteriet 2016).

**Figure 2.** Map over the Pite River watershed in county of Norrbotten. The magnified area displays the watershed boundaries and the municipality centers and boundaries.

## Datakällor

Värdekärnorna som användes i denna analys tillhandahölls av Länsstyrelsen i Norrbotten. De är belägna i skogsmark inom skyddsvärda områden som har registrerats av Länsstyrelsen, formellt skyddade områden som har föreskrifter mot skogsbruk samt skogsmark inom Natura 2000-områden med utpekade skogshabitat. Med skogsmark menas de ytor som karterats som skogsmark enligt Kontinuerlig Naturtypskartering av Skyddade områden (KNAS). KNAS är en nationell satellitsbildsbaserad naturtypsindelning av skyddade områden som inkluderar naturreservat, nationalparker, naturvårdsområden och Natura 2000 områden (Naturvårdsverket, 2017b) I analysen innefattas även fjällbjörkskogen.

Underlag för skyddade områden:

- Nationalparker
- Naturreservat
- Naturvårdsområden
- Skogliga biotopskyddsområden
- Naturvårdsavtal
- Natura 2000

Underlag för skyddsvärda områden:

- Områden som är inventerat och avgränsat av Länsstyrelsen som eventuellt framtida naturreservat
- 40 st. outredda områden för eventuellt framtida skydd eller reglerat skogsbruk
- Pågående naturreservatsbildning
- Skyddsvärda statliga skogar på Sveaskogs mark som är avgränsade som eventuella naturreservat

De kontinuitetsskogsskikt som använts har tagits fram av Metria genom en kartering av kontinuitetsskog i den boreala regionen. Karteringen utfördes på uppdrag av Naturvårdsverket för att fungera som ett underlag till den nationella strategin för formellt skydd av skog. Kartläggningen baserades på en sammanslagning och förändringsanalys av satellitbilder och flygbilder från 1960 ± 5 år fram till idag, där alla skogsområden som inte avverkats identifierades. Dock finns det ingen garanti för att kontinuitetsskogen innehåller höga naturvärden som är knutna till lång kontinuitet (Ahlkrona et al., 2017) och därför väljer jag att benämna de som *potentiella kontinuitetsskogar*.

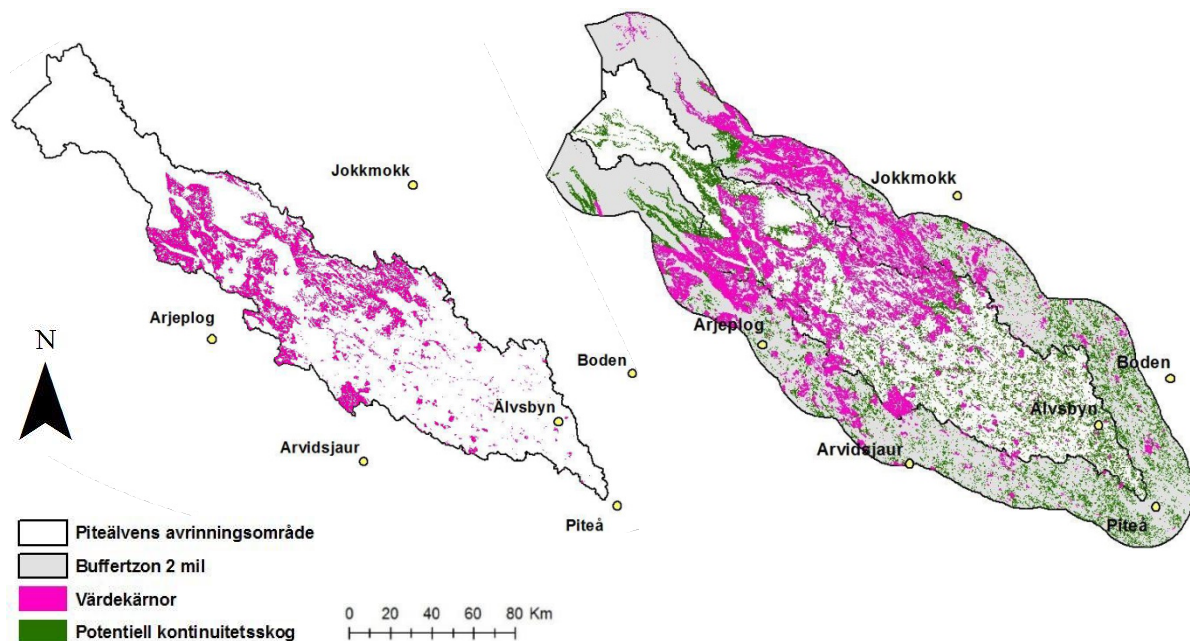
Övrigt material som har använts är huvudavrinningsområdena i Sverige hämtat från SMHI:s hemsida med öppna data (SMHI, 2012), Sverigekartan hämtat från Lantmäteriets öppna data (Lantmäteriet, 2016) och odlings- och lappmarksgränsen hämtade från Länsstyrelsens nationella geodatabas (Länsstyrelsen, 2017). Alla analyser har utförts i GIS-programvaran ArcMap 10.3.1 (ESRI, 2015) med hjälp av tillägsprogrammet MatrixGreen (MG) (Bodin & Zetterberg, 2010). I analyserna användes två konnektivitetsmått; komponentanalys och Betweenness Centrality (BC).

## Förberedelse av data i ArcMap

Innan analyserna kunde genomföras behövdes förberedelser och bearbetning av datamaterialet. Till en början skapades studieområdet genom att extrahera Piteälvens avrinningsområde från Sveriges alla huvudavrinningsområden. Till BC-analysen lades en buffertzona på 2 mil runt studieområdet för att utesluta mätstörningar i resultaten. Om inte buffertzonen lagts till skulle de områden som var lokaliserade i utkanterna av studieområdet få missvisande lägre konnektivitetvärden eftersom MG inte tar hänsyn till att de finns områden belägna utanför.

För att kunna utvärdera om kontinuitetsskogarna förbättrar konnektiviteten, sammanfogades lagret med värdekärnor och lagret med potentiella kontinuitetsskogar. Detta utfördes med hjälp av verktyget *Raster calculator* där pixelvärdena från de två rastren adderades. Genom att justera de summerade pixelvärdena i verktyget *Reclassify* kunde ett sammanslaget lager med både värdekärnor och potentiella kontinuitetsskogar tas fram. Eftersom MG kräver vektordata konverterades alla lager från raster till vektorer (polygoner) genom verktyget *Raster to polygons*.

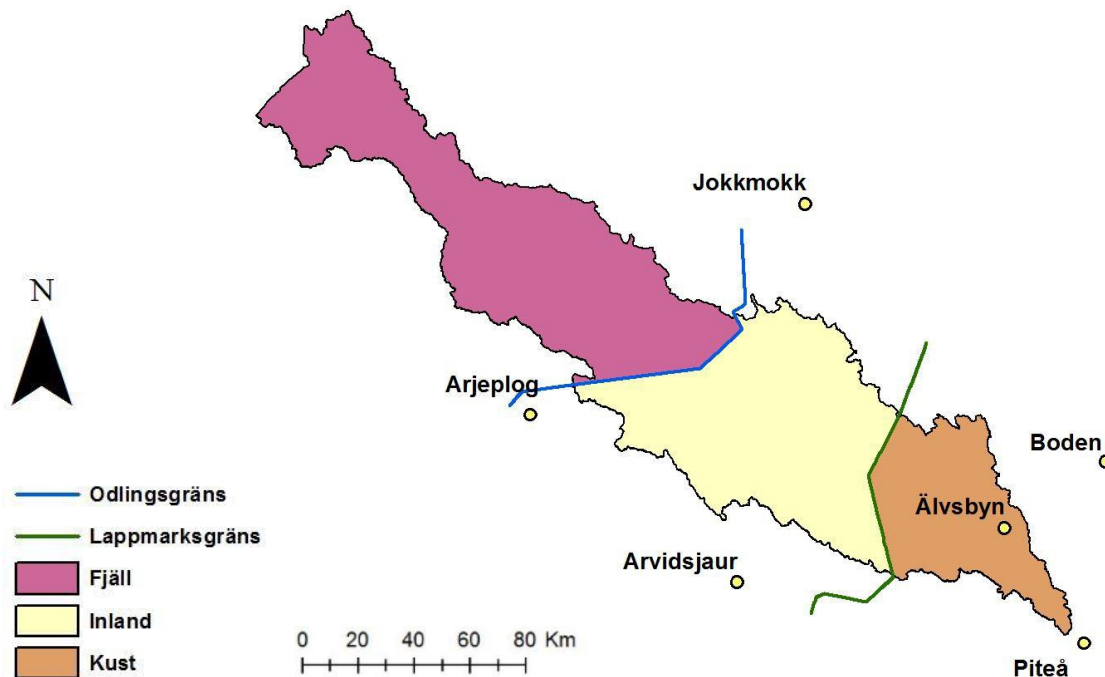
Till komponentanalysen behövdes två lager klippas ut från datamaterialet med studieområdet utan buffertzona som mall; ett lager med enbart värdekärnor och ett med det sammanslagna lagret. För detta användes verktyget *Clip*. En upprepning av steget gjordes med studieområdet inklusive buffertzonen som mall för det sammanslagna lagret, som kom att användas i BC-analysen. För att begränsa datamängden i analyserna extraherades alla polygoner med en areal större än 5 ha till nya lager (Figur 3). Avgränsningen gav även en minskad risk för att data med topologiska fel användes och att polygonerna inte enbart bestod av skog som var påverkad av kanteffekter (Olofsson, 1996).



**Figur 3.** En illustration av två av de tre nya lagren. Till vänster, lagret med Piteälvens avrinningsområde innehållande värdekärnor (violet) större än 5 ha. Till höger, lagret med värdekärnor i kombination med potentiella kontinuitetsskogar (grön) större än 5 ha inklusive buffertzona.

**Figure 3.** An illustration of two of the three new layers. To the left, the layer with The Pite River watershed with nature conservation core areas (violet) larger than 5 ha. To the right, nature conservation core areas and proxy continuous cover forests (green) larger than 5 ha including buffer zone.

Eftersom arbetet delvis innefattar att analysera rumsliga strukturer, delades avrinningsområdet in i tre olika zoner för att lättare kunna hänvisa resultaten till olika platser inom studieområdet. Indelningen gjordes utifrån odlings- och lappmarksgränsen. Zonerna motsvarar fjällen, inlandet och kusten (Figur 4).



**Figur 4.** Zonindelning av avrinningsområdet i en fjällzon (lila), inlandszon (gul) och kustzon (orange) utifrån odlings- och lappmarksgränsen.

**Figure 4.** Zonation of the watershed into a mountain (purple), interior (yellow) and a coastal zones (orange) according to the agriculture border (blue) and the border to the Lapland region (green).

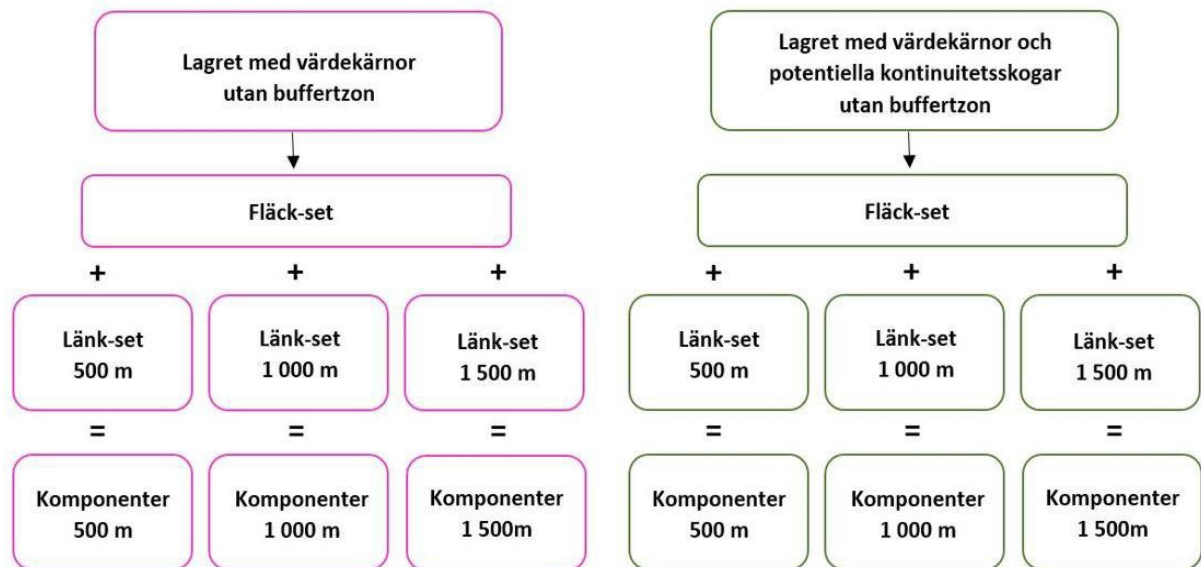
## Dataanalys

För att ta reda på hur antalet och storleken på komponenter förändras vid olika spridningsavstånd, för enbart värdekärnor samt för värdekärnor och kontinuitetsskogar sammantaget, användes en komponentanalys. Den typen av analys valdes eftersom den lämpar sig väl för analys av konnektivitet för ett större geografiskt område, där antalet och storleken på komponenterna avgör hur konnektiviteten i landskapet ser ut (Bodin & Zetterberg, 2010). Färre och större komponenter innebär en högre konnektivitet och en mindre fragmentering. Genom att jämföra resultatet från komponentanalysen av lagret innehållande enbart värdekärnor med det sammanslagna lagret, kan analysen visa om de potentiella kontinuitetsskogarna förbättrade konnektiviteten mellan värdekärnorna.

För att studera var de kontinuitetsskogar som hade störst respektive minst betydelse för artspridning mellan värdekärnor var belägna, nyttjades måttet Betweenness Centrality (BC). Måttet anger enskilda fläckars betydelse för spridning (s.k. klivstenar) inom ett nätverk (Bodin & Zetterberg, 2010). Genom att jämföra BC-analyserna av de olika spridningsavstånden för det sammanslagna lagret kunde förändringar av de potentiella kontinuitetsskogarnas betydelse och läge urskiljas.

Eftersom detta arbete inte inriktades mot någon specifik art valdes generaliserade spridningsavstånd lämpade för både kommunal planering och mer storskalig regional planering nämligen 500, 1 000 och 1 500 m (Bovin, 2017).

Inom avrinningsområdet utfördes sex komponentanalyser med de angivna spridningsavstånden för de två olika lagren utan buffertzoner (Figur 5), genom att *Component Analysis* valdes i verktygslådan för MG.



**Figur 5.** Flödesschema över hur komponentanalyserna utformades för lagret med värdekärnor utan buffertzon till vänster (violett) och det sammanslagna lagret utan buffertzon till höger (grön).

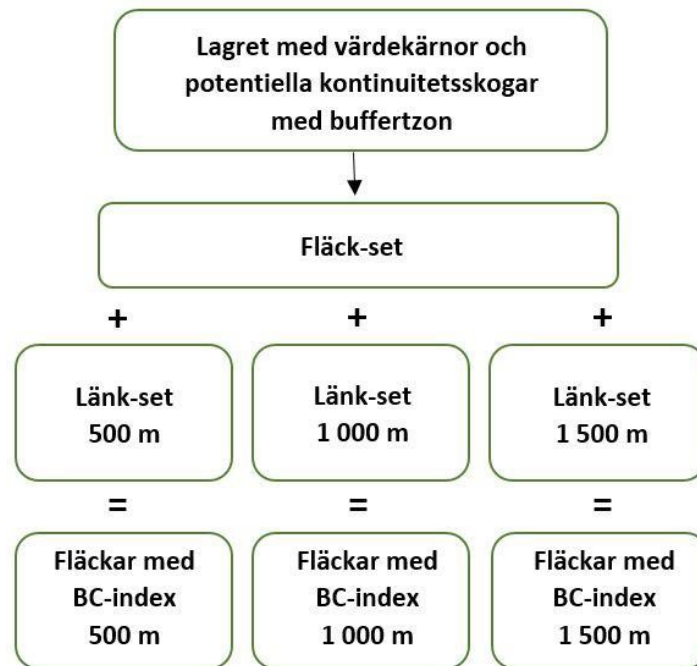
**Figure 5.** Flow sheet of how the component analysis were designed for the layer with nature conservation core areas without the buffer zone to the left (violet) and the merged layer without the buffer zone to the right (green).

För att kunna spara alla kommande körningar utformades ett MG-projekt. Därefter skapades ett s.k. "fläck-set" för polygonerna med värdekärnor och ett annat "fläck-set" för polygonerna i det sammanslagna lagret genom att *Patches from Feature Class* valdes i verktygslådan för MG. Fläckarna i respektive "fläck-set" motsvarar, som tidigare nämnts, lämpliga habitat och utgör noderna vid nätverksanalysen.

Fläckarna sammankopplades sedan till ett nätverk genom ett antal länkar, ett s.k. "länk-set", genom *Find links EE*. EE betyder det euklidiska avståndet dvs. fågelvägen från kanten av en fläck till en annan (Bodin & Zetterberg, 2010). Länkarna representerar möjliga spridningsvägar och kan antingen bestå av rumsliga strukturer som exempelvis korridorer, eller som det var i detta fall, en avståndsfunktion (Pascual-Hortal & Saura, 2006) i form av ett spridningsavstånd. Om euklidiska avståndet var kortare än spridningsavståndet länkades fläckarna samman (Bodin & Zetterberg, 2010).

En komponent består av alla sammanlänkade fläckar inom det angivna spridningsavståndet. Olika komponenter skiljs åt då avståndet mellan en fläck i en komponent till en fläck i en annan komponent är för långt för att kunna tillgodose arters möjliga spridningsförmåga via en länk (Pascual-Hortal & Saura, 2006). De olika komponenterna kan därför ses som isolerade områden i landskapet. Komponentens areal är den sammanlagda arealen av alla sammankopplade fläckar inom den komponenten (Bodin & Zetterberg, 2010).

Tre BC-analyser utfördes för det sammanslagna lagret inklusive buffertzonen med de angivna spridningsavstånden (Figur 6), genom att *Betweenness Centrality* valdes i verktygslådan för MG. För varje spridningsavstånd kommer fläckarna att få ett enskilt BC-index som ligger mellan 0 och 1, ju högre index desto större indikation på att fläckarna kan vara viktiga klivstenar eftersom dessa då ligger centralt belägna i nätverket (Bovin, 2017). Därefter användes verktyget *Clip* för att avlägsna buffertzonen från lagret. Avlägsnandet påverkade inte värdet på fläckarnas BC-index.



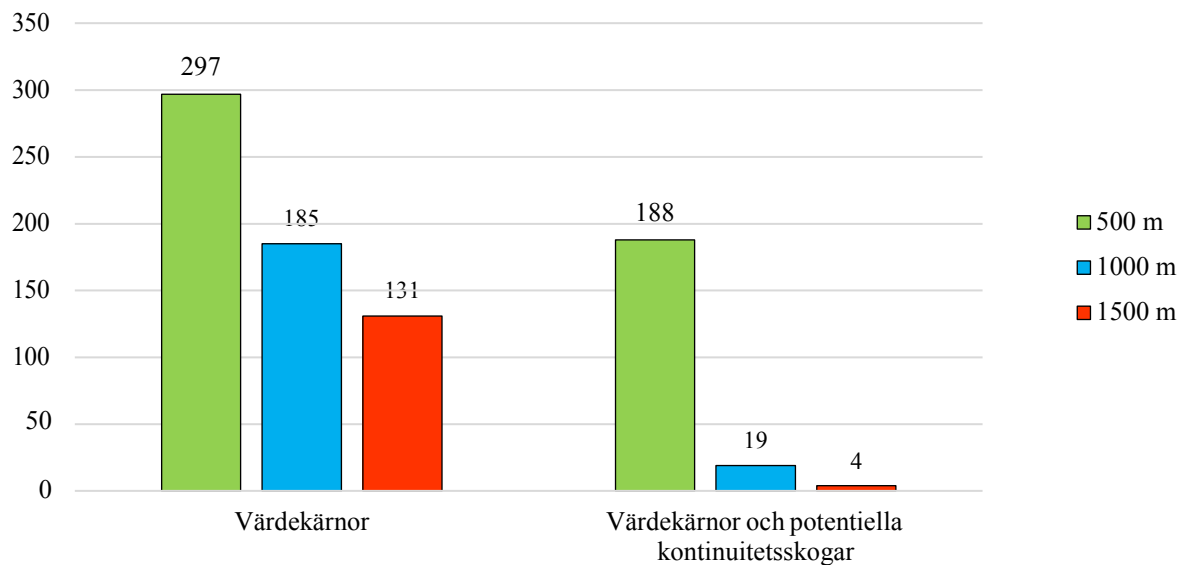
**Figur 6.** Flödesschema över hur BC-analyserna utformades för det sammanslagna lagret med buffertzonen.  
**Figure 6.** Flow sheet of how the BC-analysis were designed for the merged layer with the buffer zone.



## RESULTAT

Resultatet från komponentanalysen inom avrinningsområdet visade att antalet komponenter för lagret med värdekärnor minskade från 297 till 185 och till 131 stycken komponenter vid ett ökat spridningsavstånd från 500, 1 000 och till 1 500 m. Samma trend gällde för det sammanslagna lagret, där de potentiella kontinuitetsskogarna ingår. Minskningen för det lagret var från 188 till 19 och till 4 stycken komponenter. Vid en jämförelse mellan de två lagren visade resultatet att de potentiella kontinuitetsskogarna minskade antalet komponenter för alla spridningsavstånd (Figur 7). Detta märktes extra tydligt i södra inlandet vid ett spridningsavstånd på 500 m (Figur 8).

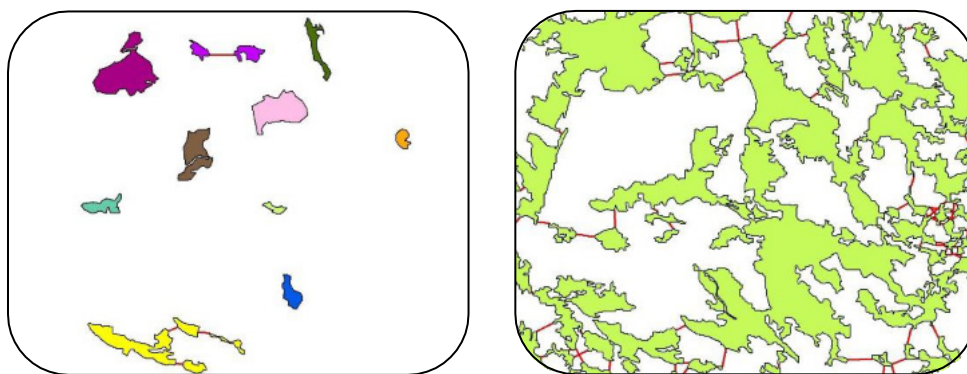
### Komponentfrekvens



**Figur 7.** Antalet komponenter för de olika spridningsavstånden i lagret med värdekärnor och det sammanslagna lagret. Lägga märke till att den upplevda fragmenteringen ökar markant vid ett minskat spridningsavstånd från 1 000 m till 500 m när värdekärnor och potentiella kontinuitetsskogar läggs samman.

**Figure 7.** The number of components for the different dispersal distances in the layer with the nature conservation core area and the merged layer. Note that the perceived fragmentation increases significantly at a reduced dispersal distances 1000 m to 500 m as nature conservation core areas and continuous cover forests are aggregated.





**Figur 8.** I södra inlandet minskade de potentiella kontinuitetsskogarna antalet komponenter vid ett spridningsavstånd på 500 m. Illustrationen till vänster visar att det fanns tio olika komponenter (tio olika färger) innehållande värdekärnor. Samma område illustreras till höger men här innehöll komponenterna både värdekärnor och potentiell kontinuitetsskog. Effekten blev att området då istället bestod av enda stor komponent (grön) med länkar i rött.

**Figure 8.** The proxy continuous cover forests decreased the number of components in the southern interior at a dispersal distances of 500 m. The illustration to the left displays ten different components (ten different colors) containing nature conservation core area. The same area illustrated to the right, but now the components included both nature conservation core areas and proxy continuous cover forest. The effect was that the area now consists of only one large component (green) with links in red.

Storleken på komponenterna för lagret med värdekärnor ökade med ökat spridningsavstånd. Den största komponenten var 180 771 ha vid det kortaste spridningsavståndet och ökade till 190 537 och till 198 721 ha för det längsta, medan medelstorleken ökade från 753 till 1 208 och till 1 706 ha. Även här kunde samma trender konstateras gällande storleksökningen för det sammanslagna lagret. Det vill säga att den största komponenten och medelstorleken ökade med ökat spridningsavstånd från 404 134 till 420 331 och till 421 262 ha respektive 2 242 till 22 181 och till 105 361 ha. Båda lagrens medianer och 75:e percentiler för komponentarealerna var avsevärt mycket lägre än de maximala storlekarna och medelstorlekarna för alla spridningsavstånd. Medelarealen, medianen och den 25:e samt 75:e percentilen för det sammanslagna lagret vid ett spridningsavstånd på 1 500 m, var mycket högre jämfört med spridningsavstånden 500 och 1 000 m (Tabell 1, 2).

**Tabell 1.** Resultat av komponentanalysen gällande komponentarealen (ha) i lagret med värdekärnor för de olika spridningsavstånden (m)

**Table 1.** Result of the component analysis regarding the area of the component area (ha) in the layer with nature conservation core areas for the different dispersal distances (m)

Spridningsavstånd	Minimum	25:e percentilen	Median	75:e percentilen	Maximum	Medel
500	5	8	17	63	180 771	753
1 000	5	10	21	74	190 537	1 208
1 500	5	10	20	103	198 721	1 706

**Tabell 2.** Resultat från komponentanalysen gällande komponentarealen (ha) i det sammanslagna lagret för de olika spridningsavstånden (m)

**Table 2.** Result of the component analysis regarding the area of the component area (ha) in the merged layer for the different dispersal distances (m)

Spridningsavstånd	Minimum	25:e percentilen	Median	75:e percentilen	Maximum	Medel
500	5	8	16	41	404 134	2 242
1 000	5	8	16	75	420 331	22 181
1 500	5	20	86	315 977	421 262	105 361

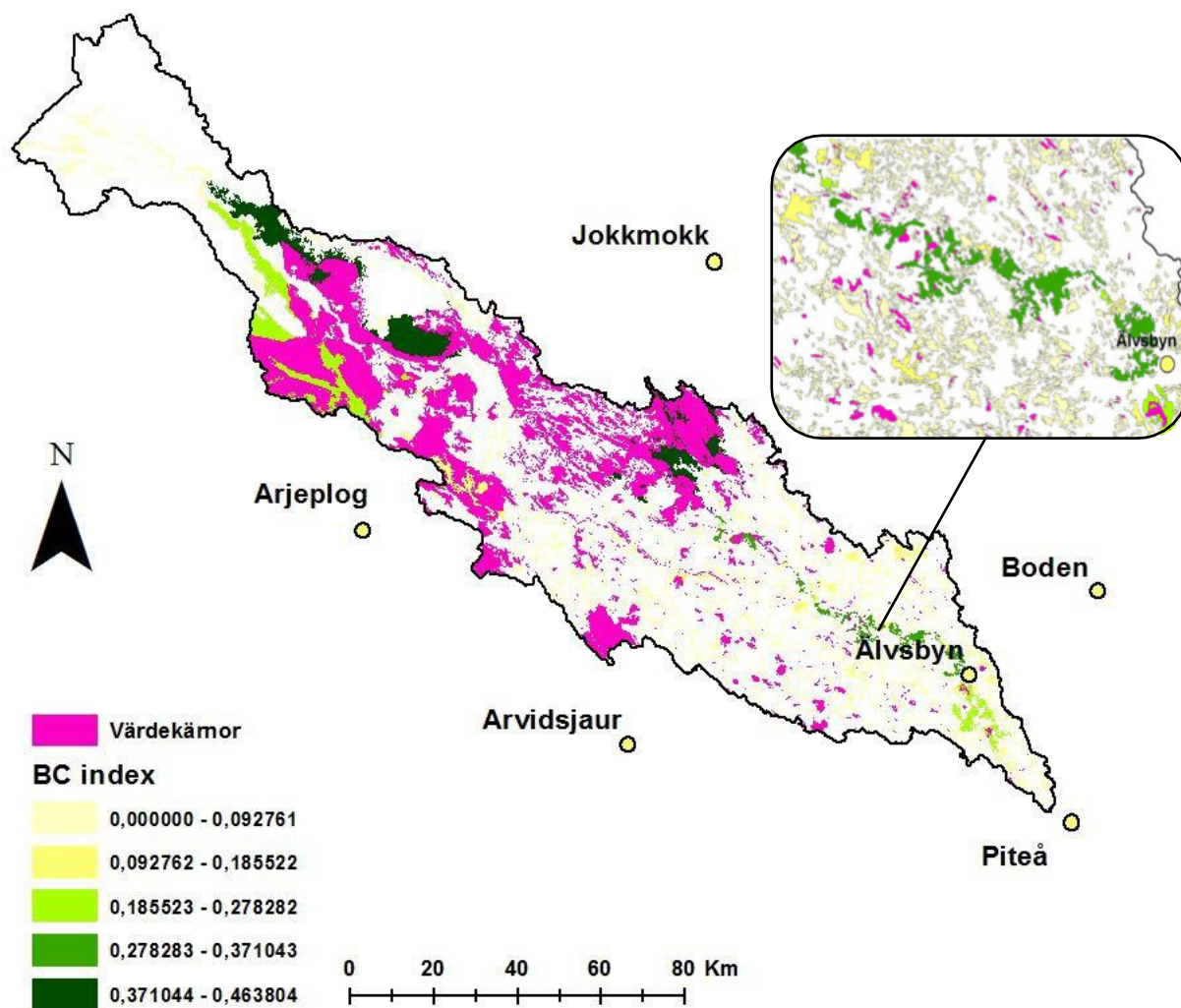
Resultatet från BC-analysen av det sammanslagna lagret visade att de fläckar som innehöll potentiella kontinuitetsskogar och som hade höga BC-index (0,278283 till 0,463804), fanns huvudsakligen kring de stora områdena med sammanhängande värdekärnor i fjälltrakten och inlandet. I södra inlandet och vid kusten visade analyserna ett band med fläckar, som jämfört med närliggande fläckar, hade ett högt index. Bandet sträckte sig från inlandet via Älvsbyn mot Piteå i nordväst till sydostlig riktning (Figur 9, 11). Inom studieområdet fanns det ganska många fläckar med ett väldigt låga BC-index (0 till 0,092761) och som därmed inte fungerade så bra som klivstenar inom nätverket. Antalet fläckar med BC-index = 0 minskade vid ett ökat spridningsavstånd (Tabell 3).

**Tabell 3.** Antalet och andelen fläckar i det sammanslagna lagret med BC-index = 0 för de olika spridningsavstånden

**Table 3.** Number and percentage of patches in the merge layer with BC-index = 0 for the different dispersal distances

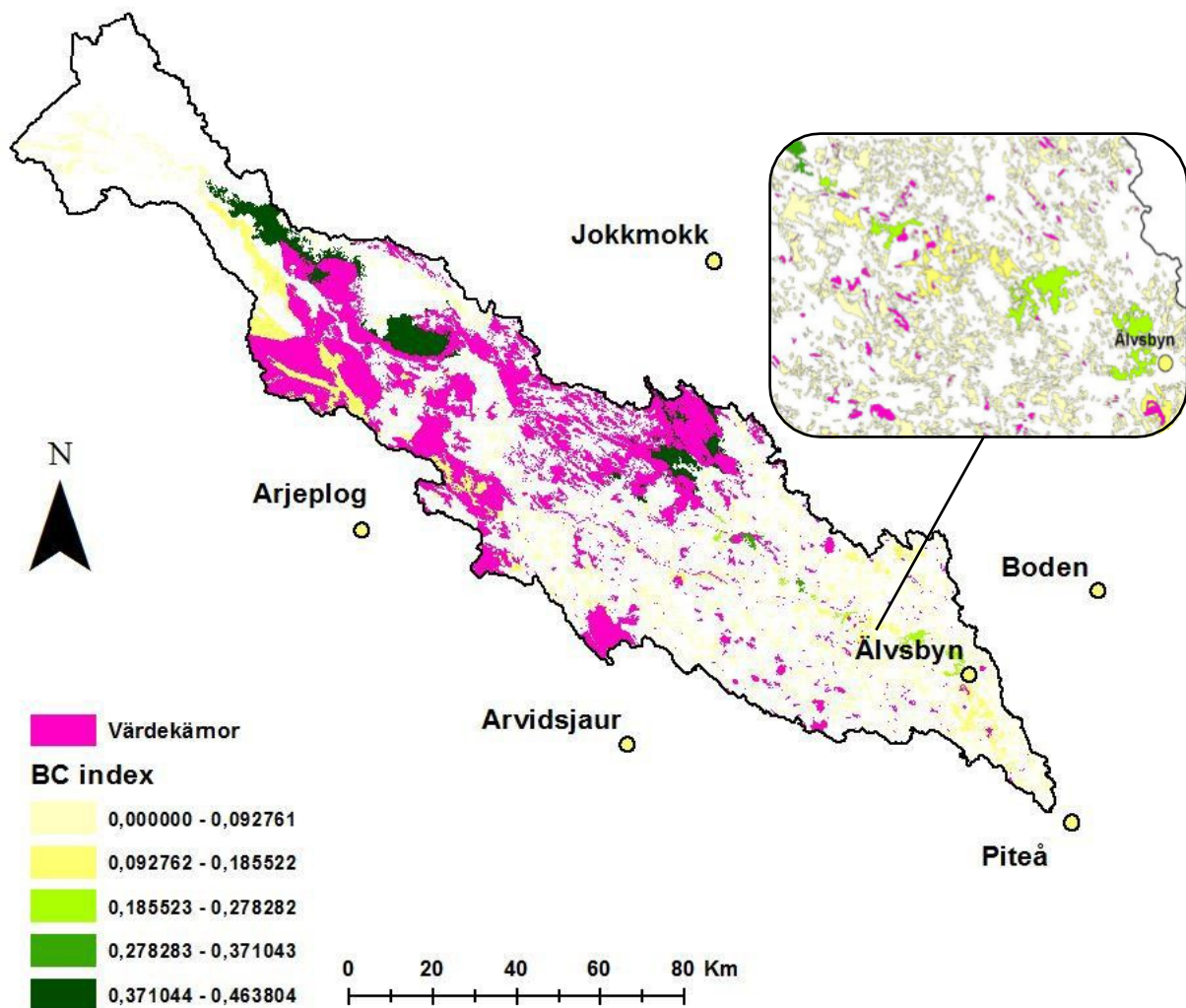
<i>Spridningsavstånd (m)</i>	<i>Antal fläckar med BC-index = 0 (st.)</i>	<i>Andelen fläckar med BC-index = 0 (%)</i>
500	1 335	35
1 000	607	16
1 500	312	8

Vid en jämförelse av de enskilda fläckarnas BC-index mellan de olika spridningsavstånden visade resultatet på att indexet ibland kunde variera. Ibland kunde en fläck få ett högre index vid ökat spridningsavstånd, ibland ett lägre och ibland vara oförändrat. Men oavsett spridningsavstånd var det nästan alltid samma fläckar som hade det högsta indexet. De enskilda fläckarnas index för spridningsavståndet 500 m skilde sig mest mot motsvarande fläckar för de andra spridningsavstånden. Detta märktes tydligast i västra fjällregionen samt i bandet som sträckte sig från inlandet till kusten (Figur 9, 11).



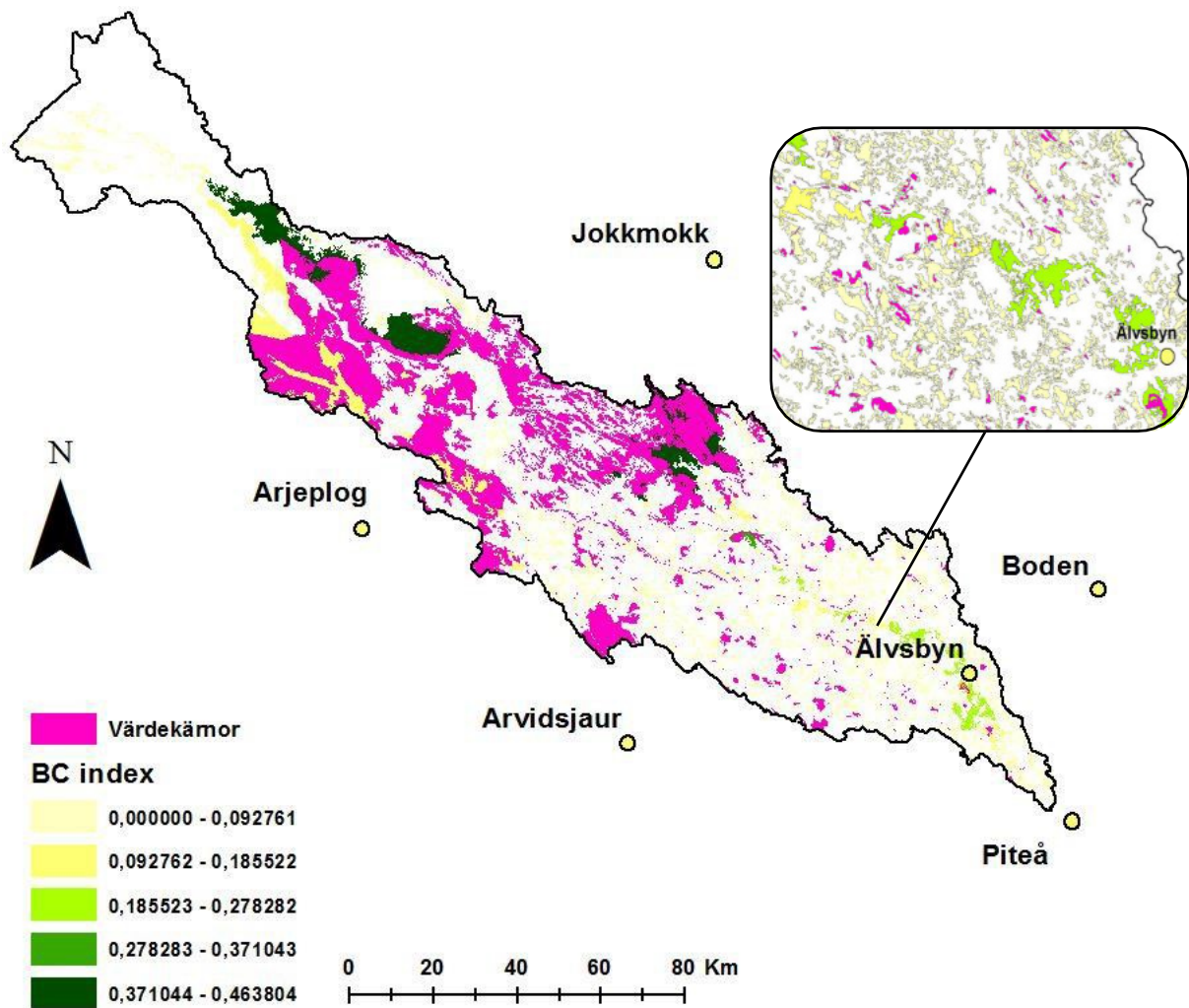
**Figur 9.** Kartan visar BC-index för fläckarna innehållande potentiella kontinuitetsskogar och hur fläckarna med högst index förhåller sig till fläckarna med värdekärnor (violett) vid ett spridningsavstånd på 500 m. Förstoringen visar att det fanns ett stråk med högvärdiga fläckar kring Älvsbyn.

**Figure 9.** The map shows BC-index for the patches containing proxy continuous cover forests and how the patches with the highest index is related to the patches with nature conservation core areas (violet) given a dispersal distance of 500 m. The magnified insert map displays a string of high value patches close to Älvsbyn.



**Figur 10.** Kartan visar BC-index för fläckarna innehållande potentiella kontinuitetsskogar och hur fläckarna med högst index förhåller sig till fläckarna med värdekärnor (violet) vid ett spridningsavstånd på 1 000 m. Förstoringen visar att det vid ett litet längre avstånd fortfarande finns ett högvärdigt stråk kring Älvsbyn, om än det inte var lika tydligt.

**Figure 10.** The map shows BC-index for the patches containing proxy continuous cover forests and how the patches with the highest index is related to the patches with nature conservation core areas (violet) given a dispersal distance of 1 000 m. The magnified insert map displays that even with a greater dispersal distance there is a string of high value patches close to Älvsbyn, although not as evident as for the shorter distance.



**Figur 11.** Kartan visar BC-index för fläckarna innehållande potentiella kontinuitetsskogar och hur fläckarna med högst index förhåller sig till fläckarna med värdekärnor (violet) vid ett spridningsavstånd på 1 500 m. Förstoringen visar att det inte var någon större skillnad gällande BC-index i stråket kring Älvsbyn, jämfört med spridningsavståndet 1 000 m.

**Figure 11.** The map shows BC-index for the patches containing proxy continuous cover forests and how the patches with the highest index is related to the patches with nature conservation core areas (violet) given a dispersal distance of 1 500 m. The magnified insert map displays that there were not any more marked difference in BC-index in the string near Älvsbyn, compared to the dispersal distance of 1 000 m.



# DISKUSSION

## Antalet komponenter

Anledningen till att antalet komponenter minskade för båda lagren vid ett ökat spridningsavstånd berodde på att fler länkar kunde skapas mellan fläckarna så att antalet fläckar per komponent ökade. Dessutom kunde vissa av de mindre fläckarna som låg mer geografiskt isolerade inkluderas i de större komponenterna. Minskningen av antalet komponenter bekräftar hypotesen.

I de sammanslagna lagret fungerade de potentiella kontinuitetsskogarna som ytterligare pusselbitar till nätverket som ibland kunde länka samman två värdekärnor om de befann sig för långt ifrån varandra. Effekten blev att antalet komponenter blev mindre jämfört med lagret innehållande enbart värdekärnor, vilket innebär en förbättrad konnektivitet. För det sammanslagna lagret minskade antalet komponenter väldigt mycket med ett ökat spridningsavstånd. Det ger en antydning till att avståndet inte skulle behöva utökas så mycket mer förrän hela avrinningsområdet skulle kunna bestå av få eller en enda stor komponent. Att det skulle bli en enda stor komponent är orealistiskt i ett brukat skogslandskap, utan skulle snarare beskriva ett naturligt landskap utan skogsbruk. Däremot kan ett avstånd på 1 500 m och längre användas till att visa ett referenstillstånd i ett obruakat skogslandskap.

## Storleken på komponenterna

Olika arter har olika habitatkrav gällande storlek. Vissa norrländska kryptogamer behöver minst 3 ha medan många fåglar och vedinsekter behöver landskapsavsnitt på minst 1 000 ha och de allra känsligaste fågelarterna minst 10 000 ha (Paz von Friesen & Uppsäll, 2016). Inom avrinningsområdet fanns det redan idag värdekärnor med komponentstorlekar allt ifrån 5 ha till strax under 200 000 ha. Det innebär goda förutsättningar för flera olika arters överlevnad, om nu dessa komponenter tillgodoser deras övriga habitatkrav. Generellt sett gäller att ju större arealer på komponenterna desto bättre eftersom det ökar sannolikheten att livskraftiga populationer kan upprätthållas (Bodin & Zetterberg, 2010).

Den maximala arealen och medelarealen för komponenterna ökade med ett ökat spridningsavstånd, vilket också bekräftar hypotesen. Orsaken till storleksökningen var att fler antal fläckar inkluderades i komponenterna. Detta förklarar även varför det sammanslagna lagret hade större komponenter jämfört med lagret innehållande enbart värdekärnor, där den maximala arealen för det sammanslagna lagret var mer än dubbelt så stort. Att medianerna och 75:e percentilen var så pass mycket lägre än både maximum och medel för båda lagren, berodde på en skev storleksfördelning där de flesta komponenterna var relativt små medan riktigt stora komponenter var ovanliga. Anledningen till att medelvärdet, medianen och percentilerna i det sammanslagna lagret för spridningsavstånd 1 500 m var så pass mycket högre än för de andra avstånden, var på grund av att det lagret endast bestod av fyra stycken komponenter.

## Spridningsmöjligheter mellan värdekärnor

De fläckar innehållande potentiella kontinuitetsskogar som hade höga index, var belägna på just det stället, eftersom många av de kortaste länkarna sammanband dessa fläckar (Bodin & Zetterberg, 2010). Hypotesen var att dessa skulle förekomma i fjälltrakten, men det fanns även ett stråk från inlandet via Älvsbyn till Piteå som i relation till omgivande fläckar hade ett högt index. Fläckar med höga index och som därmed fungerar bäst som klivstenar, har en viktig roll i den gröna infrastrukturen. Om dessa på något sätt skulle skadas eller avverkas påverkas hela nätverket negativt genom en ökad fragmentering (Bovin, 2017) och minskade spridningsmöjligheter för arter. Enligt Ahlkrona et al. (2017) består 93 % av den formellt skyddade skogen av potentiell kontinuitetsskog. Men den stora mängden potentiella kontinuitetsskogar finns utanför skyddade områden och det är sannolikt att dessa kan komma att avvecklas inom en snar framtid.

Fläckar med potentiell kontinuitetsskog som hade ett väldigt låga BC-index, fanns i hela avrinningsområdet. Den högsta koncentrationen av fläckarna med väldigt låga index förekom i södra inlandet och vid kusten, vilket delvis stämmer överens med hypotesen. Att fragmenteringen i dessa områden är större är anledningen till att dessa fläckar fick så pass låga index. Antalet fläckar med BC-index = 0 minskade vid ökat spridningsavstånd eftersom det vid ett längre avstånd fanns fler länkar mellan fläckarna. Om analysen hade inkluderat barriäreffekter eller andra störningsmiljöer som försvårar spridningsmöjligheterna i landskapet, genom att inte använda en avståndsfunktion utan utgå från faktiska landskapselement, hade det kanske blivit ännu fler fläckar med ett lägre index. Exempel på sådana barriärer kan vara öppet vatten, motorvägar och järnvägar (Boklund, 2015).

I enlighet med hypotesen kunde fläckarnas BC-index vissa fall förändras, vilket betyder att fläckarnas betydelse gällande artspridning kunde variera mellan spridningsavstånden. Orsaken till förändringen är att en fläck som ligger centralt i nätverket vid ett kortare spridningsavstånd, kanske inte kommer att ligga lika centralt om spridningsavståndet ökar och fler fläckar sammanlänkas. Effekten blir då att fläckens index minskar. Istället kan en annan fläck hamna i centrum och tilldelas ett högre index. Att det skedde störst förändring mellan spridningsavstånden 500 m och 1 000 m berodde på att fler fläckar sammanlänkades, d.v.s. att antalet komponenterna minskade mer, jämfört med spridningsavstånden 1 000 m och 1500 m.

Att planera markanvändningen över större områden är utmanande eftersom det alltid kommer att finnas en avvägning mellan de ekologiska och ekonomiska värdena (Bergsten et al., 2013). Därför kan det behövas en utvärdering av vilka områden som är viktigast att skydda och vilka som kan brukas. BC-analysen kan ge en indikation om vilka potentiella kontinuitetsskogar som i praktiken först bör inventeras för eventuellt framtida skydd, på grund av deras höga betydelse för den gröna infrastrukturen inom avrinningsområdet. Inventeringsresurserna borde läggas på de fläckar som alltid hade högst index oavsett spridningsavstånd, vilket var i stort sett detsamma som områdena med högt index som nämnts ovan. Vid inventeringen kan beslut fattas om dessa områden är lämpliga att bevara eller skyddas beroende på om de verkligen fungerar som spridningsvägar, innehåller eller har potential att utveckla höga naturvärden och på sikt uppnår den funktionen. Att bevara dessa och på så vis utöka en del av de redan formellt skyddade områdena är det effektivaste sättet att försäkra sig om att biodiversiteten i skogslandskapet upprätthålls (Bergsten et al., 2013). Om områdena i sig inte skulle hålla en nog hög egen kvalité för att kunna skyddas, kan istället en naturvårdsanpassad skötsel föreslås. Brukade skogar med hög naturhänsyn kan i ett fragmenterat landskap tillfälligt fungera som potentiella spridningsvägar (Bergsten et al., 2013). BC-analysen gav även en

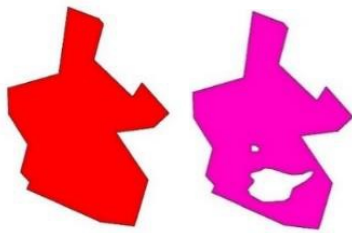
anvisning om att i fläckarna som hade ett väldigt lågt index, skulle skogsbruk med generell hänsyn kunna vara lämpligt. Anledningen till detta är att det ekologiska nätverket inte påverkas lika stor utsträckning om fläckarna med ett lägre index delvis försvinner.

## Felkällor och problem

I detta arbete har bearbetning av data varit den största svårigheten och det som tagit längst tid. Det finns även en del osäkerheter i mina analyser. En svaghet var att det kontinuitetsskogsskikt som användes ofta överskattar arealen potentiell kontinuitetsskog. Detta på grund av att en del skogar som avverkats under första halvan av 1900-talet och gallringsskogar har blivit inkluderade i karteringen eftersom de har hunnit växa upp och sluta sig före flygbilderna från 1960-talet. Effekten blev att dessa skogar karterades som äldre skog i den automatiska klassificering som Metria gjorde. I karteringen förekom även att arealen kontinuitetsskog underskattades på grund av att lågproduktiva äldre och glesa skogar eller skogliga impediment karterades som hyggen (Ahlkrona et al., 2017). Sådana skogstyper fanns gott om inom mitt studieområde (Riksskogstaxeringen, 2016). En anledning till denna felbedömning kan vara att dessa glesare skogar var lika ljusa som hyggen i ortofoton från 1960-talet och i satellitbilder från 1970-talet. Även vissa kantzoner i större bestånd och mindre områden med äldre produktiva barrskogar karterades bort på grund av en sämre geometrisk noggrannhet i de äldre satellitbilderna. Generellt har kontinuitetsskogsskiktet en säkerhet på 90 % för hela Sverige men i kusten är det betydligt mer osäkert (Ahlkrona et al., 2017). Skulle skiktet kompletteras med fältinventeringar eller manuell kontroll av flygbilderna kommer säkerheten att öka.

Ytterligare en osäkerhet gällande arealerna var att MG fyllde igen hålen i polygonerna när ett ”fläck-set” skapades om grundpolygonerna hade mer än en ytterkant, d.v.s. att polygonerna som utgjorde värdekärnor eller värdekärnor och potentiell kontinuitetsskog, innehöll ett eller flera hål. Detta har medfört att fläckarna i de olika lagren tog upp en större yta än grundpolygonerna (Figur 12). Det gjorde i sin tur att de beräknade komponentarealerna blev i genomsnitt ca 4 % större än vad de borde vara. För att undvika problematiken skulle de ihåliga grundpolygonerna ha kunna delas i två delar (Bodin & Zetterberg, 2010). Dock skulle det vara mycket tidskrävande eftersom klyvningen skulle vara tvungen att utföras manuellt på ett stort datamaterial. Ett annat sätt att få fram de korrekta arealerna skulle vara att ta fram arealen av grundpolygonerna utifrån rasterdata för att sedan matcha detta mot motsvarande fläckar, men bristen på tid begränsade analyserna även här. Eftersom det redan i grunddatat fanns en geografisk osäkerhet angående arealer i både de potentiella kontinuitetsskogarna men även i värdekärnorna, har det inte så stor betydelse att komponentarealen endast blev 4 % större. Att det finns en osäkerhet gällande värdekärnorna beror på att det ibland kan finnas svårigheter med att bedöma dess yttre gränser. Det huvudsakliga syftet var att visa på storleksförändringar mellan olika spridningsavstånd och därför var inte avgörande att ha exakta arealer utan det centrala låg i att analysera tendenserna. På grund av denna osäkerhet kanske inte analyserna lämpar sig så bra till kommunal detaljplanering utan passar bättre till översiktlig regional planering. För att få en bättre upplösning och ett material som skulle kunna fungera för kommunal eller annan mer detaljerad planering, kan dessa typer av analyser utföras i en mer exakt programvara, som exempelvis Conefor. Conefor är ett beslutsstödande programpaket som kan identifiera och prioritera vilka livsmiljöer som är viktiga för konnektiviteten i landskapet (Conefor, 2017).





**Figur 12.** En komponent bestående av en värdekärna i som skapades genom MG till vänster (röd) och grundpolygonen av värdekärnan till höger (violett).

**Figure 12.** A component containing a nature conservation core area that was created in MG to the left (red) and the original polygon of the nature conservation core area to the right (violet).

## Fortsatta studier

Som tidigare nämnts finns en osäkerhet i om de potentiella kontinuitetsskogarna som var av betydelse kommer att finnas kvar i landskapet i framtiden. Därför kan det vara relevant att i fortsatta studier även inkludera andra typer av skogar, som i alla fall tillfälligt kan fungera som spridningsvägar och sammanbinda värdekärnor. Exempel på sådan skog kan vara friluftsområden och frivilliga avsättningar både av privatpersoner, samtliga skogsbolag och allmänningar. Det är dock troligt att många sådana skogar redan ingår i kontinuitetsskogsskiktet.

För att få mer och säkrare information om hur en prioritering gällande skydd av de potentiella kontinuitetsskogarna bör gå till, skulle en scenarioanalys av landskapets utveckling inom studieområdet kunna utföras (Bovin et al. 2017).

Eftersom BC-indexet skulle förändras om barriäreffekter inkluderas, kan det vara befogat att lägga till detta i en fortsatt fördjupad analys för att få underlag till en mer detaljerad planering av att förstärka konnektiviteten inom studieområdet (Bovin et al. 2017).

## Slutsats

I Piteälvens avrinningsområde finns det god konnektivitet mellan värdekärnor. De potentiella kontinuitetsskogarna kan sammanbinda fler värdekärnor till nätverket och vid ett spridningsavstånd på 1 500 m och längre, kommer det inte finnas många värdekärnor som fortfarande är isolerade. Med hänseende på spridningsmöjligheter mellan värdekärnor inom avrinningsområdet är vissa områden med potentiella kontinuitetsskogar av större vikt än andra. Eftersom det finns en avvägning mellan ekologiska och ekonomiska värden i skogslandskapet, ger viktningen av de potentiella kontinuitetsskogarna en indikation på vilka områden som är lämpliga att skydda och vilka som skulle kunna brukas utan att den gröna infrastrukturen skulle påverkas i allt för stor grad.

## REFERENSER

Ahlkrona, E., Giljam, C., Wennberg, S. (2017). *Kartering av kontinuitetsskog i boreal region*. Metria AB på uppdrag av Naturvårdsverket.

Albrektson, A., Elfving, B., Lundqvist, L., & Valinger, E. (2012). *Skogsskötselserien nr 1 – Skogsskötselns grunder och samband*. Skogsstyrelsens förlag. Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Skogsskotselserien/Skogsskotselns-grunder-och-samband/> (2017-03-10)

Andersson, K., Angelstam, P., Elbakidze, M., Axelsson, R., & Degerman, E. (2013). Green infrastructures and intensive forestry: Need and opportunity for spatial planning in a Swedish rural–urban gradient. *Scandinavian Journal of Forest Research*, vol. 28 (2), ss. 143-165

Andrén, H. (1994). Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos*, vol. 71, ss. 355-366

Antwi, E.K., Krawczynski, R., & Wiegler, G. (2008). Landscape and Urban Planning. Detecting the effect of disturbance on habitat diversity and land cover change in a post-mining area using GIS. *Landscape and urban planning*, vol 87 (1), ss. 22-32

Bergsten, A., Bodin, Ö. & Ecker, F. (2013). Protected areas in a landscape dominated by logging – A connectivity analysis that integrates varying protection levels with competition–colonization tradeoff. *Biological Conservation*, vol 160, ss. 279-288

Bodin, Ö & Zetterberg, A. (2011). *MatrixGreen: Landscape Ecological Network Analysis Tool - User manual*.

Tillgänglig: [https://www.seed.abe.kth.se/polopoly\\_fs/1.197350!/Menu/general/column-content/attachment/matrixgreenUserManual.pdf](https://www.seed.abe.kth.se/polopoly_fs/1.197350!/Menu/general/column-content/attachment/matrixgreenUserManual.pdf) (2017-03-17)

Boklund, I. (2015). *Ekosystemtjänster & grönsstrukturplanering Att synliggöra ekosystemtjänsternas nytta och värde i den kommunala planeringen med hjälp av ArcGIS-verktyget Matrixgreen*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för stad och land/Civilingenjörsprogrammet (Examensarbete UPTEC W 15001). Tillgänglig: <http://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:797984/FULLTEXT01.pdf> (2017-03-16)

Bovin, M. (2017). *Landskapsanalys av skogar och våtmarker med höga naturvärden samt skyddade och skyddsvärda områden i Norrbottens län*. Underlag till länsstyrelsens arbete med grön infrastruktur, Metria AB på uppdrag av Länsstyrelsen i Norrbotten.

Bovin M., Elcim, E., Wennberg, S. (2017). *Landskapsanalys av skogliga värdekärnor i boreal region*. Metria AB på uppdrag av Naturvårdsverket.

Cedergren, J. (2008). *Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk*. Jönköping: Skogsstyrelsen (Meddelande 2001:1) Tillgänglig: <http://shop.skogsstyrelsen.se/shop/9098/art77/4645977-aebb08-1561.pdf> (2017-03-16)

Conefor (2017). *What is Conefor?* Tillgänglig: <http://www.conefor.org> (2017-02-20)

Ekelund, H. & Hamilton, G. (2001). *Skogspolitisk historia*. Jönköping: Skogsstyrelsen (Rapport 2001:8A). Tillgänglig: <http://shop.skogsstyrelsen.se/shop/9098/art45/4646045-67b381-1695.pdf> (2017-03-04)

ESRI (2015). ArcGIS (ArcMap) Desktop 10.3.1

Esseen, P.-A., Ehnström, B., Ericson, L. & Sjöberg, K. (1997). Boreal forests. *Ecological Bulletins*, vol. 46, ss. 16-47.

Höglin, S. (1998). *Agrarhistorisk landskapsanalys över Norrbottens län*. Stockholm: Riksantikvarieämbetet Landskapsprojektet (Rapport 1998:6). Tillgänglig: [http://www.raa.se/publicerat/rapp2008\\_5.pdf](http://www.raa.se/publicerat/rapp2008_5.pdf) (2017-03-11)

Lantmäteriet (2016). *Lantmäteriets öppna geodata*. Tillgänglig: <https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/Kartor/oppna-data/hamta-oppna-geodata/> (2017-03-04)

Lind, Y. (2015). *Kommunal planering och genomförande av grön infrastruktur i bebyggd miljö*. Luleå Tekniska universitet: Instruktionen för ekonomi, teknik och samhälle/Rättsvetenskap (Examensarbete)

Länsstyrelsen (2017) *Länsstyrelsens nationella geodata och tjänster*. Tillgänglig: <https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/>

Naturvårdsverket (2013). *Förslag till hur en handlingsplan för grön infrastruktur kan tas fram på regional nivå*. (NV-03367-13) Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2013/gron-regional-infrastruktur/gron-infrastruktur-2013.pdf> (2017-03-10)

Naturvårdsverket (2015). *Riktlinjer för regionala handlingsplaner för grön infrastruktur*. Bromma: CM Gruppen AB. Ingår i redovisning av regeringsuppdrag (M2014/1948/Nm) Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2015/ru-gron-infrastruktur-delredovisning/ru-gron-infrastruktur-riktlinjer-20150924.pdf> (2017-03-05)

Naturvårdsverket (2016). *Vad är ekosystemtjänster?* Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Ekosystemtjanster/Vad-ar-ekosystemtjanster/> (2017-03-30)

Naturvårdsverket (2017a). *Grön infrastruktur*. Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Gron-infrastruktur> (2017-04-22)

Naturvårdsverket (2017b). *Öppna data; Naturtypskarteringen KNAS*. Tillgänglig: <http://oppnadata.se/en/dataset/naturtypskartering-knas> (2017-03-30)

Olofsson, C. (1996). *Mångbruk i ett landskapsperspektiv - En fallstudie på MoDo Skog AB, Ömsköldsviks förvaltning*. Sveriges lantbruksuniversitet: Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik/skogsuppskattning och skogsindelning (Arbetsrapport 1996:9)

Pascual-Hortal, L. & Saura, S. (2006). Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology*, vol. 21, ss. 959-967.

Paz von Friesen, C. & Uppsäll, S. (2016). *Grön infrastruktur i det boreala skogslandskapet En metod för prioritering av områdesskydd med hjälp av tillgängliga geografiska data*. Länsstyrelsen Västerbotten. Tillgänglig:  
<http://www.lansstyrelsen.se/Vasterbotten/SiteCollectionDocuments/Sv/Publikationer/2016/Gr%C3%B6n%20infrastruktur%20i%20det%20boreala%20skogslandskapet%20webbversion.pdf> (2017-03-28)

Riksskogstaxeringen (2016). *Skogsdata 2016*. Sveriges lantbruksuniversitet; Institutionen för skoglig resurshushållning, Umeå.

SMHI. (2012). *Huvud- och delavrinningsområden, vattendelare*. Tillgänglig: <http://opendata-catalog.smhi.se/explore/> (2017-03-02)

Uppsäll, S. (2015) *Skyddsnätverk för boreal skog i Västerbottens och Västernorrlands län*. Länsstyrelsen Västerbotten. Tillgänglig:  
<http://www.lansstyrelsen.se/vasterbotten/SiteCollectionDocuments/Sv/Publikationer/2015/Skyddsn%C3%A4tverk%20f%C3%B6r%20boreal%20skog%20i%20V%C3%A4sterbottens%20och%20V%C3%A4sternorrlands%20l%C3%A4n.pdf> (2017-03-28)

Vattenmyndigheten (2016). *13. Piteälvens avrinningsområde*. Tillgänglig:  
[http://www.vattenmyndigheterna.se/SiteCollectionDocuments/sv/bottenviken/publikationer/beskrivning-haro-kustmynnande/13\\_Pitealven\\_med\\_karta.pdf](http://www.vattenmyndigheterna.se/SiteCollectionDocuments/sv/bottenviken/publikationer/beskrivning-haro-kustmynnande/13_Pitealven_med_karta.pdf) (2017-03-05)